УДК 66.022.621.975

СПОСОБ И ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

В.А. Лотов, Н.С. Крашенинникова, И.Н. Нефедова

Томский политехнический университет
E-mail: nin1004@mail.ru

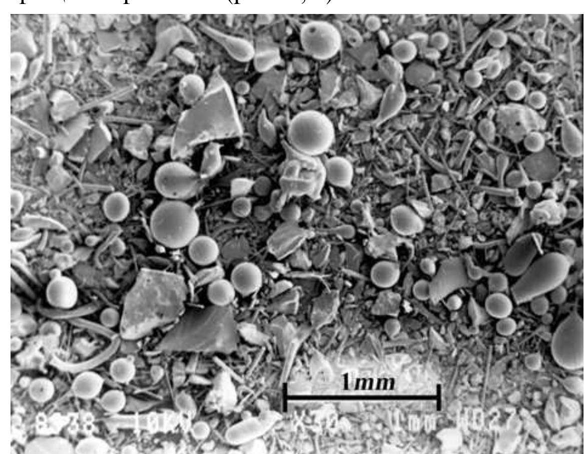
Исследована возможность использования отходов производства минеральной ваты в качестве дополнительного источника сырья. Результаты исследований позволили разработать схему утилизации отходов и выдать практические рекомендации по использованию.

Проблема комплексного использования сырьевого материала имеет большое значение, как с точки зрения экологии, так и с точки зрения экономики.

Целью работы явилась разработка способа и технологии утилизации твердых отходов производства минеральной ваты, образующихся при дис-

пергировании расплава центробежным методом. В качестве объекта исследования использовались отходы производства минеральной ваты ОАО "Термостепс" (г. Кемерово), запасы которых на сегодняшний день составляют свыше 600 тыс. т.

Минеральную вату получают путем плавления шихты, представляющей собой смесь доменного шлака и корректирующих добавок, в вагранной печи. Неоднородность физико-химических свойств расплава приводит к тому, что при его диспергировании наряду с минеральным волокном образуются "корольки" застывшего расплава сферической, вытянутой и осколочной формы (рис. 1, *а*). На поверхности частиц, преимущественно неправильной формы, имеются различные дефекты в виде трещин и раковин (рис. 1, *б*).



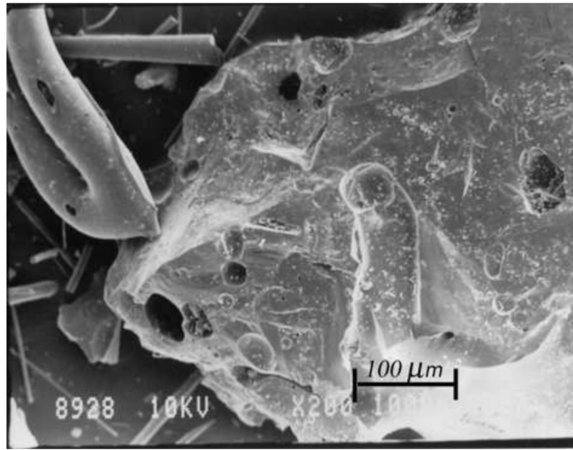


Рис. 1. *Микрофотографии "корольков"*

Возвращение "корольков" в технологический процесс в качестве вторичного сырья рассматривается в данной работе как один из способов их утилизации.

К сырьевым материалам в производстве минеральной ваты предъявляются определенные требования по химическому и гранулометрическому составам. Результаты химического анализа "корольков" и доменного шлака – традиционного сырья для производства минеральной ваты, приведены в табл. 1.

Таблица 1. *Химический состав отходов производства минеральной ваты и доменного шлака*

Наименование материала	Содержание вещества, % мас.							
	SiO_2	CaO	Al_2O_3	MgO	MnO	Fe_2O_3	SO_3	TiO_2
Отходы производства минеральной ваты – «корольки»	37,76	32,42	13,43	13,13	0,90	0,56	1,30	0,50
Шлак доменный для производства минеральной ваты	37,89	34,61	11,78	13,05	0,60	1,01	0,63	0,43

Как видно, "корольки" по содержанию основных стеклообразующих оксидов (SiO_2, CaO, MgO, Al_2O_3) и суммарному содержанию красящих примесей (Fe_2O_3 и TiO_2) незначительно отличаются от доменного шлака и в целом соответствуют требованиям ГОСТа 18866-93 к сырью для производства минеральной ваты. Наряду с этим, основным показателем, определяющим пригодность сырья для производства минеральной ваты, является модуль кислотности $M_к$, который должен быть не менее 1,4 и представляет собой отношение суммы процентного содержания в сырье кислых оксидов к сумме процентного содержания основных оксидов [1]:

$$M_к = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO}.$$

Для "корольков" расчетное значение $M_к$ составляет 1,12, что указывает на необходимость корректировки химического состава шихты введением корректирующих добавок с высоким модулем кислотности, например глины.

Как показала практика производства минеральной ваты, сырьевые материалы, загружаемые в печь, не должны содержать как очень мелких, так и очень крупных частиц. Средняя величина кусков должна соответствовать 40...120 мм.

В исходном состоянии "корольки" представляют собой сыпучий, грубодисперсный материал, в котором практически отсутствует пылевидная фракция, а количество кусков размером более 30 мм не превышает 5...7 % мас. (рис. 2).

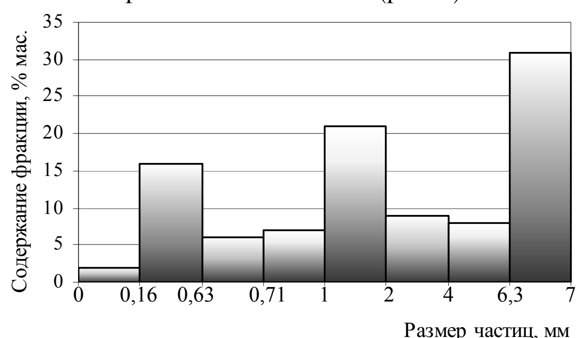


Рис. 2. *Гранулометрический состав "корольков"*

Таким образом, "корольки" не могут быть возвращены в технологический процесс без предвари-

тельного их формования с целью получения брикетов отвечающих требованиям производства.

Основными стадиями получения брикетов на основе дисперсных материалов с заданными формой и размерами являются:

– приготовление дисперсной системы с необходимым гранулометрическим составом и содержанием связующего вещества;
– придание полученной шихте заданной формы;
– упрочнение сформованных брикетов.

Известно, что механическая прочность сформованных брикетов во многом определяется гранулометрическим составом материала и, прежде всего, присутствием тонкодисперсной фракции [2, 3].

Выявление оптимального зернового состава "корольков" проводили с учетом стеклообразного состояния большинства частиц и возможности их хрупкого разрушения при формовании. Для этого навеску "корольков" помещали в металлическую обойму и прессовали на гидравлическом прессе в интервале давлений от 0 до 250 МПа, с последующим определением гранулометрического состава ситовым методом [4] (рис. 3).

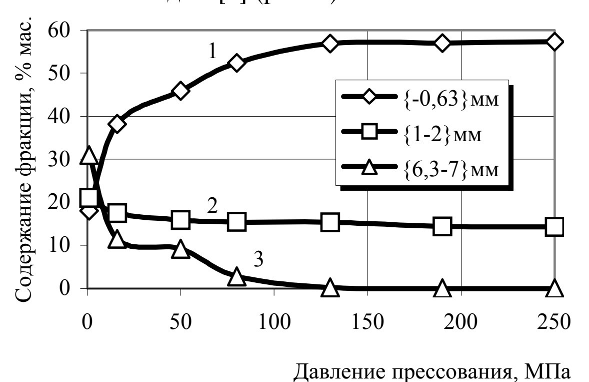


Рис. 3. *Изменение содержания отдельных фракций "корольков" при прессовании*

Как видно, с увеличением давления прессования, содержание тонкой фракции с размером частиц менее 0,63 мм (кривая 1, рис. 3) возрастает, а содержание фракции 6,3...7 мм (кривая 3, рис. 3) уменьшается. При этом количество частиц размером 1...2 мм (кривая 2, рис. 3) остается практически неизменным. Увеличение давления прессования выше 130 МПа не приводит к существенному изменению гранулометрического состава "корольков".

В результате проведенных экспериментов установлен интервал давлений (80...130 МПа), при котором содержание тонкодисперсной фракции увеличивается от 40 до 50 % мас., что позволяет исключить стадию предварительного измельчения "корольков" в технологии формования брикетов.

Оптические исследования показали, что измельчение "корольков", сопровождается не только изменением размера, но и формы частиц. При этом увеличивается количество частиц неправильной, осколочной и игольчатой формы, что способствует, как известно, получению более плотных и прочных брикетов [2].

В данной работе для формования брикетов использовали метод полусухого прессования. С целью улучшения формовочных свойств "корольков" и увеличения механической прочности брикетов в состав рабочей смеси вводили пластифицирующую добавку и специальное связующее вещество. В качестве пластифицирующей добавки использовали глину с размером частиц менее 0,05 мм. Количество глины составило 15 % от массы "корольков", что не только позволяет улучшить формовочные свойства шихты, но и позволяет повысить модуль кислотности до требуемого уровня.

В качестве связующего вещества применяли раствор жидкого стекла – водорастворимый силикат натрия $Na_2O{\cdot}nSiO_2$ с силикатным модулем n=2,8...3. Использование разбавленного жидкого стекла позволяет осуществлять эффективное его дозирование и равномерное распределение в объеме шихты при перемешивании. Кроме того, присутствие в шихте оксида натрия, вводимого с жидким стеклом, будет благоприятно сказываться на технологических свойствах расплава, таких как вязкость и поверхностное натяжение, оказывающих решающее влияние на однородность и диспергирование расплава [5].

Прессование образцов осуществляли в металлической обойме размером 70×70×70 мм, на гидравлическом прессе. Критерием качества образцов являлся предел прочности при сжатии. Результаты опытов по прессованию представлены на рис. 4 и 5. Как видно, максимальную прочность имели образцы, полученные при добавлении 4,5...5,0 % мас. (рис. 4) раствора жидкого стекла с плотностью 1143 кг/м^3 (кривая 4 рис. 5).

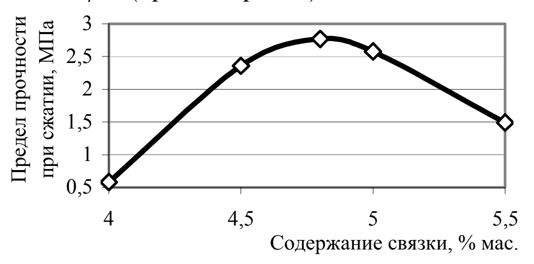


Рис. 4. *Зависимость прочности образцов от содержания связующего*

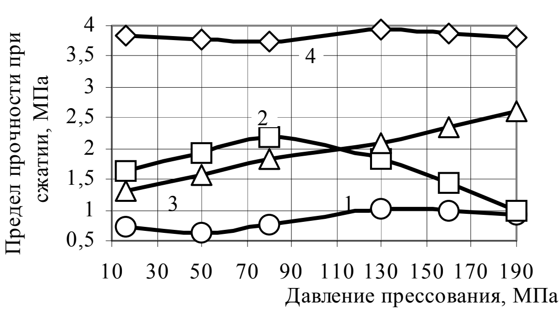


Рис. 5. *Зависимость прочности образцов от давления прессования при различной плотности растворов жидкого стекла: 1) 1086; 2) 1089; 3) 1106; 4) 1143 кг/м^3*

Закрепление структуры свежесформованных брикетов осуществляли обдувом "горячим" воздухом при температуре 200...250 °С в течении 10 мин. При этом механическая прочность брикетов увели-

чилась в 1,5...2 раза и составила 4...6 МПа, что удовлетворяет требованиям производства, согласно которым они не должны разрушаться при загрузке в печь.

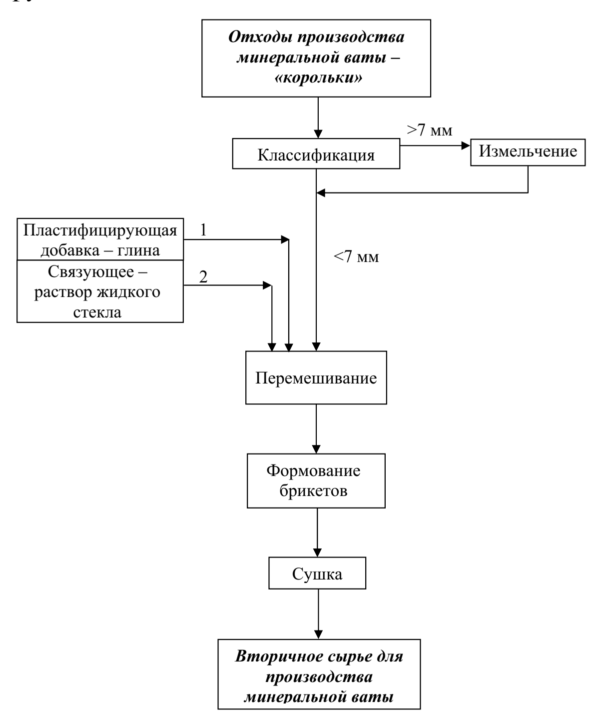


Рис. 6. *Схема утилизации отходов производства минеральной ваты*

В результате проведенных исследований был установлен состав рабочей смеси и основные технологические параметры процесса формования:

– состав рабочей смеси: "корольки" : глина : жидкое стекло = 8,33 : 1,25 : 0,42;
– давление прессования – 100...130 МПа;
– сушка обдувом "горячим" воздухом при температуре 200...250 °С;
– время сушки – 10...15 мин.

В работе предложена технологическая схема формования "корольков" (рис. 6), согласно которой "корольки" из расходного бункера поступают на классификатор. Фракция с размером частиц менее 7 мм направляется на приготовление рабочей смеси, а куски размером более 7 мм поступают на измельчение. В смеситель дозатором подаются "корольки", глина и раствор жидкого стекла. Время перемешивания составляет 6...8 мин. Приготовленная таким образом рабочая смесь подается в расходный бункер валкового пресса. Спрессованные брикеты из пресса поступают на сетчатый конвейер конвективной сушилки. Для сушки брикетов используются дымовые газы, отводимые от вагранки с температурой не более 250 °С. Высушенные брикеты поступают в емкость для сбора готовой продукции.

Таким образом, в результате проведенных исследований предложен способ утилизации "корольков", позволяющий использовать их в качестве вторичного сырья в технологии производства минеральной ваты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горяйнов К.Э., Горяйнова С.К. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1982. – 376 с.
2. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических масс. – М.: Металлургия, 1983. – 176 с.
3. Равич Б.М. Брикетирование руд и рудно-топливных шихт. – М.: Недра, 1968. – 122 с.
4. Вакалова Т.В., Хабас Т.А., Эрдман С.В., Верещагин В.И. Практикум по основам технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 1999. – 169 с.
5. Китайцев В.А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959. – 352 с.

УДК 546.831.4